PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

10-233547

(43) Date of publication of application: 02.09.1998

(51)Int.CI.

H01S 3/18

(21)Application number : 09-034800

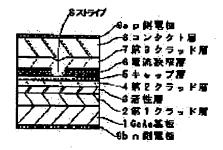
(71)Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing: 19.02.1997 (72)Inventor: MATSUBARA KUNIO

(54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable semiconductor laser element wherein little crystal defect exists in an interface between a stripe of a third clad layer and a current constriction layer, and its manufacturing method.

SOLUTION: A first clad layer 2 of AlxGa1-xAs composition of a first conductivity type, an active layer 3 of AlyGa1-yAs composition, a second clad layer 4 of AlxGa1-xAs composition of a second conductivity type. a cap layer 5 of GaAs of a second conductivity type, a current constriction layer 6 of AlwGa1-wAs composition which is divided into two areas parallel to laser optical axis of a first conductivity type, a third clad layer 7 of AlxGa1-xAs composition of a second conductivity type and a GaAs contact layer 8 of a second conductivity type are sequentially laminated on one main surface of a GaAs substrate 1 of a first conductivity type, and a part between the third clad layer 7 and the current constriction layer 6 is a stripe S. In such an AlGaAs



semiconductor laser element, an angle inside a stripe of an interface between the stripe S and the current constriction layer 6 is formed to an obtuse angle to a cap layer surface.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(18) 日本田本田(11 P)

ধ 盐 华 噩 ধ 8

(11) 特許出頭公開每号 € ₩ **特開平10-233547**

(43)公開日 平成10年(1998)9月2日

3/18 H01S SECTION AND ADDRESS OF H01S 3/18 (SI) Int Q.

審查關水 未開水 開水項の数8 01 (全 6 頁)

(21) (HINTEP)	68BHB-9-34800	(11) 田町(000005234	762500000
(22) (BBR)	平成9年(1997)2月19日	(72) 発明者	西土地 医新木丸 学社种 经人间 医二甲二甲二甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲甲
		(74) 代理人	神疾川県川崎市川崎区田辺野田1番1号 第七島海株式会社内 尹理士 森都 正治

(54) [記載の名称] 中華年フーが表子はよびその叙述が符

【映画】第3クラッド層のストライプと電流狭窄層との 界面に結晶欠陥が少なく、信頼性の高い半導体レーザ索 子とその製造方法を提供する。

のキャップ陣5、終1導転型のフーボ光輪と呼行に2つ 書6、第2導電型のAlr Gal-r Asの組成の第3クラッド をストライプSとするAlGaAs系の半導体レー扩素子にお ha-a Asの組成の第2クラッド層4、第2導電型のGaAs の区域に分割されているAlm Gan-m Asの組成の電流狭窄 警7、第2導電型のGaAsのコンタクト層8が順に積層さ れてなり、第3クラッド層の電流狭窄層に挟まれた部分 いて、煎配ストライプの前配電流狭窄層との界面のスト に、第1準艦型のAliGal-1 Asの組成の第1クラッド層 2、Alv Gan-y Asの組成の活性層3、第2導電型のAix 【解決手段】第1導電型のGaAs基板1の一主面上 ライプ内の角度をキャップ層面に対して総角とする。

-2 第1クラッド層 眠3クルッド層 第2クラッド コンタクト層 もキャップ層 H GaAs熱板 もりの飽動物 D包制 る品件画 メガケグ

[特許請求の範囲]

Gaksのコンタクト層が順に積層されてなり、第3クラッ GaAs系の半導体レーザ素子において、前記ストライプの 第1 導電型のAlx Gar-x As (0 ≤ x ≤ 1) の組成の第1 クラッド層、Alv Gai-v As (0 ≦ y ≦ x ≦ 1) の組成の 活性層、第2導電型のAlx Gar-x Asの組成の第2クラッ ド層、第2導電型のGaAsのキャップ層、第1導電型のレ !-# Vs (0≤w≤1)の組成の電流狭窄層、第2導電型 のAlx Gar-x Asの組成の第3クラッド層、第2導電型の ド層の電流狭窄層に挟まれた部分をストライプとするAI 前記電流狭窄層との界面のストライプ内の角度はキャッ プ層面に対して鉱角であることを特徴とする半導体レー 【静水項1】第1導電型のGaAs基板の一主面上に、 一ザ光軸と平行に2つの区域に分割されているAI。Ga

クラッド層、Alv Gar-v As (0 ≦ y ≦ x ≦ 1) の組成の 活性層、第2導電型のAlv Gal-w Asの組成の第2クラッ Gal-* As (0≤w≤1)の組成の電流狭窄層、第2導電 型のAlx Gai-x Asの組成の第3クラッド層の成長させる 工程を含む、請求項1に記載の半導体レーザ繋子の製造 キャップ層に近い第1の誘電体層のエッチング速度は他 の第2の誘電体層のエッチング速度より大きいことを特 第1 導電型のAli Gal-r As (0 ≤ x ≤ 1) の組成の第1 ド層、第2導電型のGaAsのキャップ層を順次成長させ、 吹いでストライプ形成のためのマスクの形成およびAla 【精水項2】第1導電型のG a A s 基板の一主面上に、 方法において、前記マスクは2階の誘電体層からなり、 数とする半導体レーザ繋子の製造方法。

り、前記第2の該電体層は蛮化アルミニウム層であるこ とを特徴とする請求項2に記載の半導体レーザ森子の製 【請求項3】前記第1の誘電体層は酸化ケイ楽層であ

この電流狭窄層6とGaAsキャップ層5または第2クラッ ド層4との界面に形成されているpーn後合は逆方向と なり電流は流れず、ストライプだけに順方向電流が集中 して遊れる。従って、ストライプに近接している括性層 3を模切る電流はストライプ幅に集中する。さらに、電 流狭窄層 6 は活性層 3 で発光した光の吸収層の役割を特

30

復居される。p個からn個に順方向電流を流す場合に、

[請求項4] 前記第1の誘電体層は電子ピーム蒸着され た酸化ケイ素層であり、前配第2の誘電体層はスパッタ またはCVDにより成膜された酸化ケイ索層であること を特徴とする請求項2に記載の半導体レー扩索子の製造

イ寮層であることを特徴とする請求項2に記載の半導体 【欝水項5】前記第1の移覧体層は低子ピーム蒸着され た蛮化ケイ森層であり、CVDにより成膜された酸化ケ アーが繋子の製造方法。

【静水項6】前記マスクの形成はフッ化木紫酸の木容液 により、第1の誘電体層および第2の誘電体層は同時に エッチングされることを特徴とする請求項3または4に 記載の半導体レーザ素子の製造方法。

エッチングされることを特徴とする静水項3または4に **【静水頃7】 前記マスクの形成はフッ化水素酸の水溶液** により、第1の誘電体層および第2の誘電体層は同時に 記載の半導体ソー扩繋子の製造方法。

20 【請求項8】 前記マスクの形成はフッ化木葉ガスを用い

層4 (p型Alo.s Gao.s As キャリア濃度5×1

特開平10-233547

9

イエッチングされることを特徴とする請求項3ないし5 て、第1の誘電体層および第2の誘電体層は同時にドラ に記載の半導体レーザ繋子の製造方法

[発明の詳細な説明]

[0001]

≤y≤1)からなる活性層を有し、近赤外光を出射する 【発明の属する技術分野】本発明は、Al, Gai-, As (0 Vix Gai-x Vs系(O≤x≤1)半導体レー扩整子に関す

[0002]

【従来の技術】単一機モードで発扱するAlv Gal-r As系 開面の法線はレーザ放射光の光軸でもある。 n 型のGaAs ラッド層4、p型のGaAsキャップ層5、n型の電流狭窄 流を流すためのp個亀極9a、n側電極9bがそれぞれ のへき開面に平行な断面模式図である。LD素子のへき に、n型の第1クラッド層2、括性層3、p型の第2ク 層6、p型の第3クラッド層7、p 型のコンタクト層8 がこの頃に積層されている。ただし、電流狭窄層 6 は葉 子面の中央の両へき関面関を垂直に貫通している幅が数 um のストライプ状の部分(以後ストライプと言う)を 挟んで2つの再分に別れている。ストライプは第3クラ ッド層 7 で埋まっており、GaAsキャップ層5と第3クラ ッド層1とは解接している。LD素子の両素子面には鵯 (0≦×≦1) 半導体レー扩撃子 (以下LD繋子と略 基板1のへき関面に垂直な面(以後繋子面と言う)上 全ての専電型を逆にすればよい。図3は従来のLD す)の従来例について図面をもとに説明する。この はGaAs基板の導電型をn型としたがp型の場合はJ

【0003】このようなLDは通常次のようにして製造 される。図4は従来のLD素子の主な製造工程後のウェ への1 森子相当分を示すへき開面断面模式図であり、

40

残させることができる。

っており、ストライプのサイズを適切に強ぶことによ 安定な横モード発振を可能とし、発振しきい値電流を

ッド層2 (n型Alo.s Gao.s As、キャリア濃度5 ×1017cm³、厚さ1μm)、括性層3 (ノンドープA 10.1 Ga0.9 As、厚さ0.1μm)、第2クラッド (a) はマスクのパターニング工程後、(b)は電流狭 容層の選択エピタキシャル成長後、(c)は電極用金属 有機金属気相成長法(MOCVD法)を用いて第1クラ 模成膜後である。先ず、n型GaAs基板1(Siドープ、 キャリア徽度2×1018cm-3、厚さ300μm)上に、

-5-

0¹⁷car¹、厚さ0.3μm)、6aAsキャップ因5(p型 Galls 、キャリア酸田1×1018cm1、瓜た0.003 um)を順次成長させる。

ニングを行いキャップB5の上に幅5 μm のストライプ 【0004】なお、このGaAsキャップ殴らは、以降の徴 と映成成工程とそのパターニング工程が直接GaAlAs層に **商用されると高抵抗のAI酸化膜の生成されるので、これ** を防止するために設けている。次に、このウェハ上に厚 き40mmの酸化ケイ紫陽をスッパタにより成膜し、フォ トレジストを盤布した後、フッ化水茶酸を用いてパター 状のマスク10を形成する (図4 (a))。 【0005】太に、再度MOCVD法を用いて電流狭窄 0. 3μm)を成長させる。この時、路択成長が起こり マスク10を除去したのちに、またMOCVDにより第 3クラッド母7 (p型Alo.s Gao.s As、キャリア 製度5×1017cm1、厚さ0.8μm) およびコンタク ト届8(p型GaAs、キャリア酸度1×1010cm1、厚み 5. 0 μm)を成長する。最後に、ウェハ上下のp倒電 (へき蟹困は図4の粧雨に平行) パーとし、さらにこの (図4 (P))。そしてMOCVD数層から取り出し、 图6 (n型GaAs、キャリア酸度1×1019car3、厚さ 酸化ケイ紫層(マスク10)上にはGaAsは成長しない ペーをスクライブして、個別のレーザ索子は得られる。 【0006】上記の製造工程の後、ウェハをへき関し 題9 a、n図電価のもを形成する(図4(c))。

【発明が解決しようとする限題】しかしながら、上記の ようにして製造されるLD案子には以下のような問題点 がある。因らは従来の製造方法におけるストライプ形成 竹後のウェベのストライプ部の村大断面図であり、

[0000]

の阿伽で外伽に向かって假僻しており、キャップ略界面 (8) は電視狭窄層成取後、(6) は第3クラッド局成 収徴である。酸化ケイ雰囲からなるマスク10は、フッ 数を用いたウェットエッチングにより形成されるが、フ **シ酸は等方エッチングのためマスクの断面形状はマスク** に向かって仮解は破やかになっている。この様に仮辞し ている場合には、電流狭窄層6はマスク10の両側の厚 みが約5回以下の薄い部分では強択成長が起きずに、マ スク10 (酸化ケイ紫陽) のキャップ層間の貸上にも電 oスク10を除去した後、**虹**流狭窄圏6とキャップ層5 の境界に溝Gが生じる。次に形成される第3クラッド嵒 7 はこの構Gの中までは入り込まず、構Gに接する部分 は格子欠陥が多く、その付近は蚤み、欠陥部Dを生ずる 残狭窄層6が成長してしまう(図5(a))。従って、 こととなる (図5 (b))。

2 で劣化する素子が135個生じ、不良中は27%であっ 【0008】この結晶欠陥は活性層3に異常なストレス を生じさせ、祭子の寿命を劣化させる。上配の従来の戦 **造方法によるLD寮子を1枚のウェハより無作為に50** 0個数り出し長期野命試験を行ったところ、300時間

そして劣化した素子のへき関面を顕微鏡により観察 すると、125個の繋子の第3クラッド層に結晶欠陥が 関籍された。このように、不良は必ずしもウェハ全面に 発生するのではないが、素子の信頼性を低下させる。ま 【0009】この発明の目的は、第3クラッド層のスト ライプと電流狭窄因との界面に結晶欠陥が少なく、信頼 性の高いし口案子を提供し、また、前記界面に結晶欠陥 が生じないし口業子の製造方法を提供することにある。 【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するた めに、第1導電型のGaAs基板の一主面上に、第1導 電型のAlr Gal-r As (0≤x≤1)の組成の第1クラッ の電流狭窄層に挟まれた部分をストライプとするAlGaks 米の半導体レー扩繋子において、前配ストライプの前配 **86流狭窄層との界面のストライプ内の角度はキャップ層** 層、第2導電型のGaAsのキャップ層、第1導電型のワー Gal-x Asの組成の第3クラッド層、第2導電型のGaAs のコンタクト層が順に積層されてなり、第3クラッド層 **扩光軸と平行に2つの区核に分割されているAi* Gai-▼** 图、第2 導電型のAla Gal-a Asの組成の第2クラッド F層、Al, Gal-, As (0 ≤ y ≤ x ≤ 1) の粗成の活性 **洒に対して鶴角であることとする。**

クラッド層、Air Gan-r As (0≦y≦x≦1)の組成の 活性局、第2尊配型のAlr Gal-r Asの組成の第2クラッ Gal-* As (0≤w≤1)の組成の配流狭窄圏、第2導電 キャップ層に近い第1の誘電体層のエッチング速度は他 良い。前記第1の誘電体層は電子ビーム蒸着された酸化 ケイ素層であり、前記第2の誘電体層はスパッタまたは 型のAlv Gal-v Asの組成の第3クラッド圏の成長させる 工程を含む、請求項1に記載の半導体レーザ案子の製造 り、前記第2の綉電体層は蛮化アルミニウム層であると 第1導電型のAlx Gal-x As (0≤x≤1)の組成の第1 ド局、第2導電型のGaAsのキャップ局を順次成長させ、 次いでストライプ形成のためのマスクの形成およUAI。 の第2の誘電体局のエッチング速度より大きいと良い。 方法において、前配マスクは2階の誘電体層からなり、 [0011] 第1尊電型のGaAs基板の一主面上に、 【0012】前配第1の誘電体圏は酸化ケイ素層であ

CVDにより成膜された酸化ケイ素層であると良い。前 配第1の誘動体層は電子ピーム蒸着された窒化ケイ素局 紫酸の水溶液により、第1の誘電体圏および第2の誘電 本層は同時にエッチングされると良い。 前記マスクの形 であり、CVDにより成膜された酸化ケイ楽層であると 【0013】 前配マスクの形成はフッ化木鞣酸の木溶液 により、第1の誘氧体圏および第2の終電体圏は同時に エッチングされると良い。 前配マスクの形成はフッ化木 政はフッ化水砕ガスを用いて、第1の誘艦体層および第

2の誘電体層は同時にドライエッチングされると良い。

箇所はストライプSの電流狭窄層6との界面の形状であ き関面に平行な断面図である。 層構成は従来のLD衆子 と同じであるので説明を省略する。従来と異なっている り、この界面がキャップ層5となすストライプ内の角度 は常に鈍角である。この様な形状であることにより、ス トライプ内の界面近傍には格子欠陥が少なく、格子歪み 「発明の実施の形態】図1は本発明に係るLD素子の~ は小さくなっている。 【0015】本発明に係る上記界面形状の形成はまた本 発明に係る製造方法にも関わるので、以下これを説明す る。キャップ層形成までは従来の製造方法に同じなので 脱明を省略する。図2は本発明に係るLD素子の製造方

法におけるストライプ形成前後のウェハのストライプ部 の拡大断面図であり、(a)は電流狭窄層成膜後、 (b) は第3クラッド閥成職後である。

る。そして、第1マスク10gのエッチング速度は第2 る材料を選択してある。従って、マスク形成時のエッチ マスク10gのそれより大きくなるように、両層に用い ングによって、第1マスク10gのエッチングされる図 面は第2マスク10gの内倒となり隣が形成され、厚さ スクの除去後成膜される電流狭窄層 6 の縁はこの溝に入 は第1マスク10gと第2マスク10bの2層としてあ り込み、電流狭窄層6の側面はマスク側からみて鍼角と なる。次に成膜される第3クラッド層1はキャップ層5 【0016】電流狭窄層6の成膜範囲を制限するマスク [0017]以下、本発明を実施例に基づき説明する。 表面と電流狭窄層6の側面に囲まれる部分を完全に埋 め、格子欠陥は生じない、従って蚤みも発生しない。 5 nm以下の類択成長が起こらない配は形成されない。

の酸化ケイ素層を成膜した。スパッタ圧力は2×10-1 Pa、パワーは30重とした。続いてスパッタにより40 を説明する。本実施例では、フッ化木素酸に対するエッ ッチング速度の小さい唇として強化アルミニウムを用い た。先ず、キャップ層の上にスパッタにより厚さ30mm ranの窒化アルミニウム層を成瞑した。スパッタ圧力は同 ニウムは6. 5mm/s·であり、本発明に係る(図1、図 本発明の製造工程は従来のそれとは、ストライプ用のマ スクの形成方法と形状が異なるのみなので、この点のみ ッチング速度は酸化ケイ素層が25㎞/8 、 窒化アルミ チング速度の大きい第1のマスクとして酸化ケイ素、 2)構造が容易に形成できた。

じ、不良年は3%であった。すなわち、歩留りは向上し 【0018】以下従来技術と同様の工程を行いLD素子 を製造した。このようにして製造されたLD素子を1枚 のウェハより無作為に500個取り出し長期寿命試験を 行ったところ、300時間で劣化する案子が15個生

なかった。このように本発明により結晶欠陥の発生を抑 た。そして劣化した素子のへき閉面を顕微鏡により観察 すると、第3クラッド層に結晶欠陥が観察された業子は え、信頼性を向上させることができた。

特開平10-233547

€

この実施例は、第1マスクおよび第1マスクとして同じ 酸化ケイ素を用いるが成膜方法が異なる場合である。 【0019】先ず、第1マスクとして電子ピーム蒸着に より、基板温度を窒温として、厚さ30mmの酸化ケイ素 イ素풤を成膜した。スパッタ圧力は2×10-1Pa、パワ 層を成膜し、次いでスパッタにより厚さ40rmの酸化ケ ―は30㎡とした。亀子ピーム蒸着により成膜された燈 に対し、後者では25mm/s と1桁以上早いため実施 水素酸に対するエッチング速度は前者での300| はスパッタにより成膜された周ほど稠密でなく、 1 と回様の形状のマスクを形成できる。 【0020】以下従来技術と同様の工程を行いし口案子 を製造した。こうして製造されたLD寮子を1枚のウェ **ハより無作為に500個取り出し長期寿命試験を行った** ところ、300時間で劣化する葉子が13個生じ、不良 率は2. 6%であった。そして劣化した寮子のへき開面 を顕微鏡により観察すると、第3クラッド暦に結晶欠陥 が観察された素子はなかった。

20

実施例3

実施例2と同様であるが、酸化ケイ素層の成膜方法を電 子ピーム蒸着法、およびCVD法とした。

【0021】実施例2と回接の条件で属子ピーム蒸巻に より成膜した酸化ケイ素層 (第1マスク) の上にCVD により、厚さ40mmの酸化ケイ素配を成膜した。この時 の基板温度は200℃とした。CVD法により製膜した 酸化ケイ素間のフッ酸に対するエッチングレートは15 m/秒で有り電子ビーム法と比べて1桁以上早いため実 施例 1 と同様な形状のマスクを形成できる。

を同様に信頼性試験を実施したところ、劣化した棄子は 【0022】以下実施例1と同様に、製造したLD繋子 クとして電子ピーム蒸着による酸化ケイ素層、第1マス クとしてCVDによる酸化ケイ素層を用いても同様の効 16個あったが、劣化した素子のへき開面を顕微鏡に 素子はなかった。なお上記の実施例以外にも、第1マ り観察すると、第3クラッド層に結晶欠陥が観察され

[0023]

果が得られる。

6

[発明の効果] 本発明によれば、第1導電型のG B A s ≤1)の組成の第1クラッド쭨、Al, Gai-, As (0≦y ≤x≤1)の組成の活性器、第2導電型のA/x Gan-x As の組成の第2クラッド層、第2導電型のGaAsのキャップ **層、第1導電型のレーザ光軸と平行に2つの区域に分割** されているAlm Gar-m As (O≦w≦1)の組成の臨流狭 基板の一主面上に、第1導電型のAlxGa1-x As (0≤x 容層、第2導電型のAlaga-a Asの組成の第3クラッド

20

f

特開平10-233547

特開平10-233547 [図4] 従来のLD素子の主な製造工程後のウェハの1 છ 層、第2導電型のGaAsのコンタクト層が順に積層されて

素子相当分を示すへき関面断面模式図であり、(a)は

マスクのパターニング工程後、(b)は電流狭窄層の遊

[図5] 従来の製造方法におけるストライプ形成前後の 択エピタキシャル成長後、(c)は電極用金属膜成膜後 ウェハのストライプ部の拡大断面図であり、(a)は電

戒狭窄層成膜後、(b)は第3クラッド層成膜後

第1クラッド層 第2クラッド層

活性層

GaAs基板

[符号の説明]

第3クラッド層 コンタクト層 第1マスク 106 第2マスク

777

10a 0

キャップ層

電流狭窄層

内の角度をキャップ層面に対して鈍角であるようにした ため、第3クラッド層はキャップ層と電流狭窄層の側面 なり、第3クラッド層の電流狭窄層に快まれた部分をス 前記ストライプの前記電流狭窄層との界面のストライプ に囲まれる部分を完全に埋め、格子欠陥は生じない、 従 トライプとするAlGaAs系の半導体レー扩棄子において、 って、LD素子の信頼性は高い。

一手素子の製造方法において、前記マスクは2層の誘電 体層からなり、キャップ層に近い第1の誘電体層のエッ ケング速度は他の第2の誘電体層のエッチング速度より できる。また、本発明に係る製造方法においては、従来 【0024】また、上記の順に各層を成膜する半導体レ 大きいようにしたため、上配のマスク形状が容易に形成 **歩留りが向上しているので、コスト低減の効果もある。** の製造方法に付加する新たな装置は不要でありながら、

【図1】本発明に係るLD素子のへき関面に平行な断面 【図面の簡単な説明】

【図2】本発明に係るし口素子の製造方法におけるスト 20 ライブ形成前後のウェハのストライブ部の拡大断面図で あり、(a)は電流狭窄層成膜後、(b)は第3クラン 下層成膜後

【図3】従来のLD業子のへき関面に平行な断面模式図

ストライプ 欠陥部

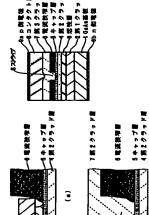
n便配桶 9 a p 侧電框

9 b

[図3]

[図2]

(<u>88</u>



3

図4]

[<u>8</u>2]

3

3

9